



БИОЛОГИЯ

BIOLOGY

УДК 502.3:37

АНАЛИЗ МИКРОБНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ВОДНОЙ РЕКРЕАЦИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

MICROBIAL CONTAMINATIONS ANALYSIS OF SEDIMENTS FOR OBJECTS OF WATER RECREATION AT VORONEZH CITY AGGLOMERATION

М.О. Маслова
M.O. Maslova

Воронежский государственный университет,
Россия, 394036, г. Воронеж, Университетская пл., 1

Voronezh State University, 1 Universitetskaya Sq, Voronezh, 394036, Russia

E-mail: mirummo@gmail.com

Аннотация

В статье приведены результаты анализа уровня общего микробного загрязнения донных отложений объектов рекреационного водопользования территории Воронежской городской агломерации, а также представлена количественная оценка загрязнения донных отложений бактериями группы кишечной палочки с помощью метода мембранных фильтров с последующей культивацией на среде Эндо. Установлено, что для территории Воронежской агломерации характерен высокий уровень бактериального загрязнения водных объектов, в том числе фекальными загрязнениями, что объясняется сельскохозяйственной специализацией региона. Приведен перечень популярных мест отдыха населения, в донных отложениях которых были обнаружены патогенные бактерии из родов: стафилококк, стрептококк, энтерококк, вибрио.

Abstract

The article describes the results for analysis of total microbial contaminations level of bottom sediments of recreational water objects in the Voronezh urban agglomeration and presents a quantitative assessment of coliform bacteria contamination of sediment by membrane filter method with followed cultivation on a breeding ground Endo. Voronezh agglomeration is characterized by a high level of bacterial contamination of water objects, including faecal contamination, due to agricultural specialization in the region. The article considers a list of popular places for summer recreation in which were found the bacteria of the genus: *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Vibrio cholerae*.

Ключевые слова: коли-индекс, коли-титр, микробное число, донные отложения, донный грунт, рекреационные зоны.

Key words: coli-index, coli-titer, microbial count, bottom sediments, recreational zones.

Введение

Состояние окружающей среды на урбанизированных территориях формируется под влиянием комплекса природных и техногенных факторов. Воронежская область – крупный развитый регион, испытывающий значительное давление со стороны промышленности, в первую очередь, со стороны сельскохозяйственного сектора.



Важным условием, определяющим характер хозяйственной деятельности на территории муниципальных районов области, является водный фактор.

Водные ресурсы области подвержены химическому и биологическому загрязнению, поступающему вместе со смывами с сельскохозяйственных полей, животноводческих ферм, а также вместе со стоками промышленных предприятий и бытовыми стоками. В целом для поверхностных водоемов области характерен высокий уровень микробного загрязнения. Особенно значимым для объектов водной рекреации является высокое загрязнение вод колиформными бактериями. Согласно исследованиям Центра гигиены и эпидемиологии Воронежской области, показатели коли-индекса для вод рыбохозяйственного назначения за последние пять лет превышены в 3–240 раз [Управление Роспотребнадзора, 2014, 2015, 2016, 2017]. Превышение существующих санитарно-гигиенических нормативов было зарегистрировано для главных водных объектов области – Воронежского водохранилища, р. Дон, р. Воронеж, р. Усмань.

По данным Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области на 2016 год наиболее высокий уровень загрязнения колиформными бактериями регистрировался для вод Воронежского водохранилища (на территории парка «Алые Паруса», ДК им. Кирова), р. Усмань в районе пляжа микрорайона «Боровое». Неблагоприятная ситуация отмечается для вод р. Дон на территории с. Новоживотинное, пляж «Багратиони» на р. Воронеж. Значения коли-индекса для данных территорий превышены в 2.3–240 раз. Относительно благоприятная ситуация отмечена для вод р. Усмань на территории баз отдыха «Маяк» и «Сосновый бор» и Воронежского водохранилища на пляжах санатория им. М. Горького и СХИ. В целом отмечается снижение количества доли проб поверхностных вод, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, с 42.1 до 24.8% по сравнению с уровнем 2015 года.

Кишечная палочка (*Escherichia coli*) является палочковидной термофильной бактерией, принадлежащей к группе факультативных анаэробов. Она имеет множество штаммов, большинство из которых принадлежит к группе энтеробактерий и помогает предотвращать развитие вредоносных микроорганизмов и синтезировать витамин К [Циммерман, 2013]. Заражение патогенными штаммами кишечной палочки человека происходит преимущественно алиментарным путем. Заражению способствует нарушение правил гигиены приготовления пищи, употребление грязных фруктов и овощей, использование для полива загрязненной или сточной воды, использование загрязненной воды в питьевых целях [Нечаева, Акатова, 2014].

Некоторые патогенные виды кишечной палочки способны стать причиной серьезных отравлений, кишечного дисбактериоза и колибактериоза [Hill, 1983]. Некоторые штаммы вызывают не только заболевания желудочно-кишечного тракта, но поражают также мочеполовую систему, провоцируют кольпит, цистит, простатит, менингит у младенцев, а в некоторых случаях способны стать причиной развития гемолитически-уремического синдрома, перитонита, мастита, пневмонии и сепсиса. Достаточно распространены в природе устойчивые к антибиотикам формы.

Использование загрязненных кишечной палочкой природных вод или купание в них может стать причиной негативных последствий для здоровья человека, особенно детей. Наибольшая степень загрязнения поверхностных вод бактериями группы кишечной палочки характерна для мест сброса сточных вод сельскохозяйственных полей, для мест плавания и гнездования диких и домашних птиц и пляжей, так как в момент купания или других видов водного отдыха происходит поднятие донного грунта и перемещение концентрированных загрязнений по всей толще воды.

Исследования качества водоемов проводятся ежегодно для самых крупных мест отдыха, расположенных на небольшом удалении от городского округа город Воронеж, для вод Воронежского водохранилища, рр. Дон, Усмань и Воронеж. Однако высокую рекреационную нагрузку испытывают многие зоны отдыха территории Воронежской городской агломерации. Для этих объектов нет информации об общем санитарно-гигиеническом состоянии, что увеличивает экологический риск для здоровья населения. Данные микробиологических исследований для других водоемов области,



а также для общего микробного загрязнения донных грунтов отсутствуют. Следует отметить, что анализ микробного загрязнения проводится на основе отбора проб поверхностных вод.

Целью данного исследования являлась эколого-аналитическая оценка уровня микробного загрязнения донных отложений прибрежных территорий водных объектов рекреационных зон Рамонского, Новоусманского, Верхнехавского, Каширского, Хохольского, Нижнедевицкого, Семилукского муниципальных районов области, а также городского округа город Воронеж.

Проведение микробиологических исследований в местах рекреации, в первую очередь, на территориях активного водного отдыха населения, особенно актуально, так как позволяет количественно оценить уровень загрязнения донных грунтов патогенными микроорганизмами.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – донные грунты Воронежского водохранилища, рр. Воронеж, Усмань, Дон, Хава, Девица, Еманча, Ольшанка, Россошка, Трещевка и Ведуга, прудов и озер территории Воронежской городской агломерации.

Микробиологический анализ донных грунтов проводился в аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета. Отбор проб донных грунтов производился на популярных пляжах на расстоянии 1.0–2.0 м от берега реки в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2000 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов».

Отбор проб донного грунта на каждом пункте производился на пляжах. Натурные исследования уровня микробного загрязнения водоемов были проведены в августе 2015 года для 80 наиболее популярных мест отдыха.

Анализ качества проб донного грунта был проведен на основании базовых показателей микробного загрязнения [Гусев, Минеева, 2003]: общее микробное число, коли-индекс.

Для определения коли-индекса использовался посев методом мембранных фильтров на питательную среду Эндо из водных вытяжек проб донных грунтов [Гусев, Минеева, 2003]. Анализ каждой пробы проводился в четырехкратной повторности с последующим окрашиванием мазков по Граму для проверки на оксидазную активность, которая в норме у кишечных палочек является отрицательной [Гусев, Минеева, 2003].

Существующие нормативы микробного числа регламентируют общее содержание микроорганизмов в продуктах питания и питьевых водах, однако четких санитарно-гигиенических норм для объектов окружающей среды не разработано. Показатель микробного числа сильно варьирует в зависимости от типа объекта, его химического состава и других факторов. В природных водах микробное число может достигать 1000000 на 1 л, приемлемым уровнем считается значение микробного числа от 10 до 1000 на 1 л для пресных вод. Взвешенные в воде химические и биологические загрязнители в природных водах постепенно оседают на дно и концентрируются в донных отложениях. Для донных грунтов условно приемлемым считается значение микробного числа от 10 до 10000 на кг [Гаретова и др., 2007].

Однако показатель микробного числа лишь условно позволяет оценить влияние содержащихся в водах и донных отложениях микроорганизмов на здоровье человека. Для водных объектов характерно большое видовое разнообразие микроорганизмов, при этом многие виды являются нормой для водной экосистемы. Часто такие бактерии нейтральны по отношению к здоровью человека. Более объективными и актуальными являются показатели, позволяющие количественно оценить содержание патогенных и условно патогенных микроорганизмов, к числу которых относят бактерий группы кишечной палочки.



Результаты исследований

Анализ полученных результатов выявил высокое загрязнение донных грунтов колиформными бактериями, что свидетельствует о фекальном загрязнении вод, поступающем в поверхностные воды со стоками животноводческих предприятий и сельскохозяйственных полей. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1
Table 1

**Микробное загрязнение донных отложений в пунктах отбора проб в пределах
Воронежской городской агломерации**
**Microbial contamination of bottom sediments in the sampling point at Voronezh city
agglomeration territory**

№ п/п	Пункт отбора пробы, водный объект	Координаты		Микробное число, КОЕ/кг	Коли- индекс, КОЕ/кг	Рекреационная нагрузка, баллы
		с. ш.	в. д.			
1	2	3	4	5	6	7
г.о.г. Воронеж (11 участков)						
1	Микрорайон «Таврово», Воронежское водохранилище	51.55595	39.20419	9×10 ⁴	5×10 ⁴	1
2	Плотина, левый берег, Воронежское водохранилище	51.53698	39.12823	1×10 ⁵	3×10 ⁴	4
3	Плотина, правый берег, Воронежское водохранилище	51.55173	39.13784	2×10 ⁴	1×10 ⁴	1
4	Парк «Алые паруса», Воронежское водохранилище	51.55387	39.14525	2×10 ⁶	8×10 ⁴	4
5	Адмиралтейская площадь, Воронежское водохранилище	51.65457	39.21382	1×10 ⁶	5×10 ⁵	3
6	Микрорайон «Отрожка», Воронежское водохранилище	51.73140	39.25870	1×10 ⁶	1×10 ⁵	3
7	Санаторий им. М. Горького, Воронежское водохранилище	51.73051	39.22791	2×10 ⁵	9×10 ⁴	4
8	Санаторий им. М. Горького, Воронежское водохранилище	51.73403	39.22585	2×10 ⁵	4×10 ⁴	1
9	Пляж «Багратиони», р. Воронеж	51.78651	39.28435	1×10 ⁴	1×10 ⁴	4
10	Микрорайон «Сомово», р. Усмань	51.73348	39.32213	2×10 ⁵	2×10 ⁴	4
11	Микрорайон «Боровое», р. Усмань	51.74146	39.34275	2×10 ⁵	4×10 ⁴	3
Рамонский район (9 участков)						
12	База отдыха «Немецкая слобода», с. Чертовицы, р. Воронеж	51.82627	39.28041	2×10 ⁴	2×10 ⁴	3
13	Загородный клуб «Лесная сказка», р. Усмань	51.87298	39.37787	1×10 ³	1×10 ³	2
14	Загородный отель «Путь к себе»	51.88955	39.34513	1×10 ³	1×10 ³	4
15	Пляж «Межкатар», р. Воронеж	51.90339	39.34792	5×10 ²	4×10 ²	4



Продолжение таблицы 1
Continuation of table 2

1	2	3	4	5	6	7
16	Пляж «Rio», р. Воронеж	51.90651	39.35032	1×10 ³	1×10 ³	4
17	с. Ступино, р. Воронеж	51.94862	39.38081	3×10 ³	3×10 ³	4
18	с. Новоживотинное, р. Дон	51.88956	39.16357	1×10 ⁵	1×10 ⁵	3
19	с. Горожанка, р. Дон	51.97462	39.11331	2×10 ³	2×10 ³	1
20	с. Русско-Гвоздевские Выселки, р. Трещевка	51.91840	38.89746	7×10 ⁵	2×10 ⁵	1
Верхнехавский район (9 участков)						
21	ФГБУ «Воронежский Государственный природный биосферный заповедник», р. Усмань	51.82627	39.28041	2×10 ³	2×10 ³	1
22	ФГБУ «Воронежский Государственный природный биосферный заповедник», р. Усмань	51.87298	39.37787	9×10 ⁴	9×10 ⁴	1
23	Спортивно-рыболовный комплекс «Серебряный ключ», пруд	51.85363	39.71674	2×10 ⁵	2×10 ⁵	2
24	с. Вишняки научно- исследовательского института овощного хозяйства (НИИОХ), озеро	51.83578	39.82735	1×10 ⁵	1×10 ⁵	3
25	с. Верхняя Хава, р. Хава	51.84455	39.95128	1×10 ⁶	1×10 ⁵	1
26	с. Нижняя Байгора, пруд	51.96304	39.93366	2×10 ⁵	1×10 ⁵	1
27	с. Покройка, вдхр. Ворона	51.91370	40.09133	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1
28	с. Нижняя Маза, пруд	51.81736	40.21878	1×10 ⁶	4×10 ⁴	3
29	с. Васильевка 1-ая, пруд	51.78032	40.10411	2×10 ⁶	1×10 ⁴	2
Новоусманский район (11 участков)						
30	База отдыха "Коминтерновец", р. Усмань	51.82861	39.38754	4×10 ⁵	3×10 ⁵	3
31	Пляж «Пионерский» туристической базы ВГУ «Веневитиново», р. Усмань	51.81203	39.38446	8×10 ³	4×10 ²	4
32	Пляж «Мыс» туристической базы ВГУ «Веневитиново», р. Усмань	51.81552	39.38107	1×10 ⁴	2×10 ²	3
33	пос. Плясово-Снежково, пруд	51.68906	39.63899	2×10 ⁶	1×10 ⁶	1
34	с. Рождественская Хава, р. Хава	51.63723	39.70500	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1
35	с. Хлебное, пруд	51.61282	39.79435	3×10 ⁵	8×10 ⁴	2
36	с. Горские Выселки, пруд	51.55506	39.76414	1×10 ⁶	1×10 ⁵	2
37	Место отдыха «Ласточка», р. Хава	51.58136	39.64654	4×10 ⁶	1×10 ⁶	3
38	с. Крыловка, пруд	51.53585	39.69685	1×10 ⁶	7×10 ⁵	2
39	с. Рыкань, р. Усмань	51.60969	39.55344	2×10 ⁶	1×10 ⁵	3
40	База отдыха «Солнечная поляна», р. Усмань	51.61199	39.47544	5×10 ⁵	1×10 ⁵	4
Каширский район (5 участков)						
41	с. Каширское, пруд	51.41400	39.57558	1×10 ⁶	8×10 ⁵	1
42	с. Красный Лог, пруд	51.41829	39.79151	1×10 ⁶	5×10 ⁴	4
43	с. Можайское, пруд	51.31962	39.68410	4×10 ⁵	2×10 ⁵	4
44	пос. Коммуна, пруд	51.26621	39.7102	1×10 ⁶	8×10 ⁴	1
45	г. Нововоронеж, пруд	51.30487	39.21076	9×10 ⁵	7×10 ⁵	1



Окончание таблицы 1
End of table 2

1	2	3	4	5	6	7
Нижедевицкий район (11 участков)						
46	с. Сторожевое, р. Дон	51.21227	39.20582	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1
47	с. Долженки, пруд	51.30620	38.93425	9×10 ⁴	6×10 ⁴	4
48	с. Рудкино, р. Дон	51.42826	39.04669	2×10 ⁵	1×10 ⁵	4
49	с. Еманча-2, пруд	51.41678	38.80284	6×10 ⁴	7×10 ³	4
50	с. Гремячье, пруд	51.46786	39.02192	9×10 ⁴	9×10 ⁴	1
51	с. Гремячье, пруд	51.51576	38.98947	2×10 ⁵	2×10 ⁵	2
52	с. Заречье, р. Еманча	51.52064	38.94012	2×10 ⁵	1×10 ⁵	4
53	с. Еманча 1-ая, р. Еманча	51.54954	38.92210	4×10 ⁴	3×10 ⁴	1
54	Хохольский р-н, пруд	51.55955	38.93982	5×10 ⁴	5×10 ³	4
55	рабочий поселок «Хохольский», р. Девица	51.63057	38.93783	5×10 ⁵	4×10 ⁵	4
56	с. Хохол, р. Девица	51.55832	38.75873	2×10 ⁵	2×10 ⁵	4
Хохольский район (7 участков)						
57	с. Скупая Потудань, пруд	51.25654	38.49199	1×10 ⁶	7×10 ⁵	4
58	с. Лебяженское, пруд	51.35211	38.44628	1×10 ⁵	1×10 ⁵	4
59	с. Глазово, р. Россошка	51.50942	38.55323	6×10 ⁵	4×10 ⁵	4
60	с. Глазово, р. Ольшанка	51.51220	38.52714	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1
61	с. Нижедевицк, пруд	51.55968	38.36914	5×10 ⁴	5×10 ⁴	2
62	с. Нижедевицк, р. Девица	51.57619	38.37000	2×10 ⁴	1×10 ⁴	4
63	с. Вязноватовка, р. Ольшанка	51.59010	38.46407	1×10 ⁵	9×10 ⁴	1
Семилукский район (17 участков)						
64	г. Семилуки, р. Дон	51.60866	38.88872	7×10 ⁵	1×10 ⁵	4
65	п.г.т. Стрелица, озеро	51.63057	38.89118	3×10 ⁵	2×10 ⁵	4
66	п.г.т. Стрелица, пруд	51.62933	38.89226	3×10 ⁵	3×10 ⁵	1
67	п.г.т. Стрелица, р. Девица	51.62098	38.93427	2×10 ⁵	2×10 ⁵	4
68	п.г.т. Стрелица, озеро	51.68818	39.04205	2×10 ³	2×10 ²	4
69	Туристическая база «Донгор», р. Дон	51.75594	39.08966	5×10 ²	2×10 ²	2
70	с. Терновое, р. Ведуга	51.75306	39.02979	1×10 ⁴	2×10 ²	4
71	с. Богоявленовка, пруд	51.77907	38.99094	5×10 ³	3×10 ³	4
72	с. Медвежье, пруд	51.84635	38.97260	3×10 ⁵	3×10 ⁵	4
73	с. Каверье, пруд	51.90789	39.00933	4×10 ⁵	2×10 ⁵	2
74	с. Нижняя Ведуга, р. Ведуга	51.90847	39.01013	2×10 ⁶	1×10 ⁵	1
75	с. Землянск, пруд	51.90157	38.72199	2×10 ⁶	2×10 ⁴	3
76	с. Старая Ольшанка, озеро	51.85836	38.56686	3×10 ⁶	1×10 ⁶	2
77	с. Новосильское, Семилукский р-н, пруд	51.90760	38.51553	4×10 ⁶	1×10 ⁵	3
78	с. Малая Покровка, Семилукский р-н, пруд	52.00872	38.64060	1×10 ⁶	1×10 ⁵	3
79	с. Голосновка, Семилукский р-н, пруд	52.02694	38.57554	1×10 ⁶	1×10 ⁶	3
80	с. Лосево, Семилукский р-н, р. Ведуга	51.73085	38.83445	2×10 ⁶	2×10 ⁵	2

Наиболее высокий уровень загрязнения отмечен в Семилукском муниципальном районе области, на территории которого было отобрано 17 проб донных грунтов. Для южной и восточной окраин района характерна высокая освоенность и плотная жилая застройка, большое количество дачных кооперативов и



коттеджных поселков. Территория испытывает резкое увеличение антропогенной нагрузки в теплый период года. Здесь отмечается большое количество прудов, имеющих собственные необорудованные пляжи, являющиеся популярными местами отдыха приезжих отдыхающих и местных жителей. Поверхностные воды испытывают нагрузку со стороны сельскохозяйственного сектора. Попадание смывных вод с полей, содержащих минеральные и органические удобрения, а также несовершенство организации канализационных конструкций приводит к интенсивным процессам эвтрофикации водоемов и высокому уровню микробного загрязнения [Савилов и др., 2008]. Значения коли-индекса для донных грунтов Семилукского района изменяются в диапазоне от 2×10^2 до 1×10^6 КОЕ/дм³; величина общего микробного числа варьирует в пределах 5×10^2 – 4×10^6 КОЕ/дм³.

На территории Новоусманского района было отобрано 11 проб донных грунтов в наиболее популярных местах отдыха. Значения общего микробного числа составили 8×10^3 – 4×10^6 КОЕ/дм³; величина коли-индекса – 2×10^2 – 1×10^6 КОЕ/дм³. На территории района проживает более 80 000 человек, расселение неравномерное. Наиболее высокая степень микробного загрязнения вод отмечается в районе плотной частной застройки около сел. Эти участки подвергаются высокой нагрузке со стороны сельскохозяйственного сектора. Наименьшие показатели микробиологических параметров качества водоемов выявлены на пляжах туристических баз и баз отдыха, удаленных от населенных пунктов и в меньшей степени подверженных биологическому загрязнению. Данные рекреационные зоны расположены на территории лесных массивов, которые обеспечивают дополнительную защиту природных поверхностных вод от загрязнений [Курдов, 1995]. Однако большинство пляжей района испытывает значительную рекреационную нагрузку, так как имеют высокую транспортную доступность, развитую инфраструктуру, удовлетворительные социально-бытовые условия на территории объектов рекреации. Обустроенность и комфорт мест отдыха в Новоусманском районе являются привлекательными для туристов, что обуславливает замусоренность территории и высокое бактериальное загрязнение вод.

Верхнехавский, Хохольский и Нижнедевицкий муниципальные районы области имеют сельскохозяйственную специализацию. Осуществление выпаса скота, применение удобрений, наличие диких и домашних водоплавающих птиц, а также неорганизованные канализационные стоки с территорий жилого частного сектора способствуют высокому загрязнению вод органическими веществами. В этих зонах отмечается большое количество неорганизованных пляжей, возникающих вблизи мест скопления местных жителей. На территории Верхнехавского района было отобрано 11 проб донных грунтов. Минимальное значение общего микробного числа составило 1×10^5 КОЕ/дм³, максимальное – 2×10^6 КОЕ/дм³. Показатель коли-индекса варьирует от 1×10^4 до 1×10^6 КОЕ/дм³. В границах Хохольского района было проанализировано 11 проб. Результаты подсчета общего микробного числа изменяются от 5×10^4 до 5×10^5 КОЕ/дм³, коли-индекса – от 5×10^3 до 4×10^5 КОЕ/дм³. С территории Нижнедевицкого района было отобрано 7 проб донных грунтов. Диапазон значений микробного числа изменяется в пределах от 2×10^4 до 1×10^6 КОЕ/дм³; коли-индекса – 1×10^4 до 7×10^5 КОЕ/дм³.

Каширский район не является популярным местом летнего отдыха рекреантов. Большинство водоемов не пригодно для купания, а имеющиеся пляжи не оборудованы и не комфортны для отдыха. Территория района практически не испытывает рекреационной нагрузки. Основным фактором ограничения экологической комфортности района является развитое сельское хозяйство. На территории Каширского района было отобрано 5 проб донных грунтов. Величина параметров общего микробного числа составила 4×10^5 – 1×10^6 КОЕ/дм³, коли-индекса – 5×10^4 – 8×10^5 КОЕ/дм³.

На территории городского округа город Воронеж было отобрано 11 проб донных грунтов. Воронежское водохранилище – крупный водный объект, уровень загрязнения которого может существенно изменяться в зависимости от гидрологических характеристик в каждом конкретном месте отбора пробы, условий



разбавления, мест сброса сточных вод. Водоохранилище испытывает колоссальное влияние со стороны промышленности, бытовых и канализационных стоков [Сейдалиев, Ступин, 2003]. Процесс роста и размножения микроорганизмов интенсифицируется в районе Вогрессовского моста на левом берегу города, где сбрасывает свои подогретые воды ТЭЦ-1. Дополнительную нагрузку на водоем осуществляет воронежский сафари-парк «Червлёный Яр», располагающийся в районе плотины в левобережной части города около микрорайона «Таврово». В сафари-парке содержат бизонов, зубров, северных оленей, японских свинок, овец и коз. Величина показателя общего микробного числа для донных грунтов территории г.о.г. Воронежа составила от 1×10^4 до 2×10^6 КОЕ/дм³, параметр коли-индекса варьирует от 1×10^4 до 5×10^5 КОЕ/дм³.

Наиболее благоприятная ситуация прослеживается на территории Рамонского муниципального района, несмотря на высокое хозяйственное освоение и рекреационную нагрузку. Район имеет большую протяженность автомобильных дорог с покрытием, граничит с городским округом город Воронеж. Пляжи обустроены и комфортны для купания. Места отдыха имеют развитую инфраструктуру и высокий уровень сервиса. Большинство рекреационных зон располагается вдалеке от жилой застройки на территории крупного лесного массива, что препятствует попаданию в воды канализационных стоков и смывов с сельскохозяйственных угодий. Показатель общего микробного числа для проб донного грунта лежит в диапазоне от 5×10^2 до 7×10^5 КОЕ/дм³; коли-индекса – 4×10^2 до 2×10^5 КОЕ/дм³.

Полученные результаты проведенного исследования свидетельствуют о высоком уровне общего микробного загрязнения водоемов территории Воронежской агломерации, в том числе о высоком уровне загрязнения объектов водной рекреации фекальными отходами. Воронежская область имеет сельскохозяйственную специализацию. В поверхностные воды попадают стоки с сельскохозяйственных полей и животноводческих ферм, содержащих биологические отходы и остатки органических удобрений. Зачастую выпас скота осуществляется на припойменных территориях, в водоохранной зоне объектов рекреации. В границах частной застройки разводят домашних птиц, выгул которых осуществляется вблизи природных водных объектов. Большинство населенных пунктов области не имеет централизованной канализационной системы, что увеличивает нагрузку на водоемы.

Помимо загрязнения донных грунтов бактериями группы кишечной палочки в некоторых пробах были обнаружены и другие патогенные и условно патогенные бактерии. Бактерии рода стафилококк (*Staphylococcus*) были обнаружены в пробах донного грунта Воронежского водохранилища в 300 м выше по течению от пляжа санатория им. М. Горького, р. Усмань, р. Хава, пруда с. Долженки, р. Дон, пруда Ивановский, р. Россошка, р. Девица, озера пос. Стрелица (пункты отбора проб №8, 10, 25, 34, 47, 48, 49, 59, 62, 65 соответственно). Бактерии семейства стрептококки (*Streptococcus*) были обнаружены в пробах донного грунта Воронежского водохранилища в микрорайоне «Таврово», р. Хава, р. Дон, р. Еманча, пруда «Курья ножка», р. Девица, р. Ольшанка, озера пос. Стрелица (пункты отбора проб №1, 34, 48, 53, 54, 55, 63, 64 соответственно). Стафилококки и стрептококки являются представителями нормальной микрофлоры животных и человека, их обнаружение связано с местами массового скопления людей, а также с местами наиболее интенсивного хозяйственного освоения. Для большинства пунктов отбора проб свойственен бесконтрольный выпас скота, водопой животных вблизи мест рекреации и неорганизованная система бытовых стоков [Абдюкова и др., 2010].

Бактерии семейства энтерококки (*Enterococcus*) были обнаружены в р. Усмань на территории пляжа микрорайона «Боровое», на территории туристической базы «Солнечная поляна», р. Дон (пункты отбора проб №11, 40, 48 соответственно), то есть на территориях, испытывающий максимальную рекреационную нагрузку (см. табл. 1).

Ежегодно Центром гигиены и эпидемиологии в Воронежской области регистрируется наличие холероподобного вибриона в местах массового летнего отдыха населения. Непатогенный холерный вибрион (*Vibrio cholerae*) был обнаружен в пробах донного грунта Воронежского водохранилища на территории микрорайона



«Таврово», оз. Байкал с. Вишняки, р. Дон на территории с. Рудкино, р. Девица на территории р. п. Хохольский (пункты отбора проб №1, 24, 48, 55 соответственно). По данным на июль-август 2016 года в 47.2% пробах поверхностных вод, взятых из 16 контрольных точек по Воронежскому водохранилищу, р. Воронеж, р. Усмань, обнаружен непатогенный штамм холерного вибриона.

Выводы

Наименее высокий уровень загрязнения донных отложений колиформными бактериями характерен для водоемов Рамонского муниципального района. На этой территории сконцентрировано наибольшее количество объектов рекреации, хорошо развита инфраструктура туризма. Большинство популярных мест водного отдыха находится на территории туристических баз, располагающихся вдалеке от жилых зон, вследствие чего поверхностные воды испытывают незначительное давление со стороны бытовых и сельскохозяйственных стоков.

Наиболее высокий уровень загрязнения донных грунтов бактериями группы кишечной палочки характерен для водоемов Семилукского, Верхехавского, Новоусманского и Хохольского муниципальных районов, имеющих сельскохозяйственную специализацию.

В целом более высокий уровень загрязнения, в том числе микробного, характерен для донных грунтов непроточных эвтрофированных водоемов, большое количество которых находится на территории Семилукского, Хохольского и Верхехавского районов.

Помимо загрязнения проб донных грунтов бактериями группы кишечной палочки было отмечено их загрязнение другими патогенными и условно патогенными микроорганизмами микрофлоры животных и человека.

Список литературы References

1. Абдюкова Э.А., Хабибуллин Р.Р. Хуснарязанова Р.Ф., Абдюкова Г.М. 2010. Гидрохимические и микробиологические особенности рек Уршак и Берсувань. *Башкирский химический журнал*, 17 (2): 69–72.

Abdyukova E.A., Khabibullin R.R. Khusnarizanova R.F., Abdyukova G.M. 2010. Hydrochemical and microbiological characteristics of rivers Urshak and Bersuvan. *Baskirskii Khimicheskii Zhurnal*, 17 (2): 69–72. (in Russian)

2. Гаретова Л.А., Левшина С.И., Юрьев Д.Н. 2007. Влияние р. Сунгари на загрязнение р. Амур органическими веществами: гидрохимическая и микробиологическая оценки. *Вестник ДВО РАН*, (4): 27–34.

Garetova L.A., Levshina S.I., Yur'ev D.N. 2007. Influence of the Sungari River on pollution of the Amur River with organic substances: hydrochemical and microbiological assessments. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*, (4): 27–34. (in Russian)

3. ГОСТ 12071-2000. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. Дата введения 01.12.2009.

GOST 12071-2000. Soils. Sampling, packing, transportation and storage of samples. Date of introduction 01.12.2009. (in Russian)

4. Гусев М.В., Минеева Л.А. 2003. Микробиология. Москва, Академия, 464.

Gusev M.V., Mineeva L.A. 2003. Mikrobiologiya [Microbiology]. Moscow, Akademiya, 464. (in Russian)

5. Управление Роспотребнадзора по Воронежской области. 2014. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2013 году. Воронеж, 233.

Office of Rospotrebnadzor in Voronezh region. 2014. Report on the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Voronezh Region in 2013. Voronezh, 233. (in Russian)

6. Управление Роспотребнадзора по Воронежской области. 2015. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2014 году. Воронеж, 225.



Office of Rospotrebnadzor in Voronezh region. 2015. Report on the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Voronezh Region in 2014. Voronezh, 225. (in Russian)

7. Управление Роспотребнадзора по Воронежской области. 2016. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2015 году. Воронеж, 209.

Office of Rospotrebnadzor in Voronezh region. 2016. Report on the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Voronezh Region in 2015. Voronezh, 209. (in Russian)

8. Управление Роспотребнадзора по Воронежской области. 2017. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в городском округе город Воронеж в 2016 году. Воронеж, 123.

Office of Rospotrebnadzor in Voronezh region. 2017. Report on the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Voronezh Region in 2016. Voronezh, 123. (in Russian)

9. Драчев С.М. 1964. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. Ленинград, Наука, 274.

Drachev S.M. 1964. Bor'ba s zagryazneniem rek, ozer i vodokhranilishch promyshlennymi i bytovymi stokami [Fight with pollution of rivers, lakes and water reservoirs by industrial and domestic effluents]. Leningrad, Nauka, 274. (in Russian)

10. Загайнова А.В., Рахманин Ю.А., Талаева Ю.Г., Иванов С.И., Артемова Т.З., Недачин А.Е., Гипп Е.К., Буторина Н.Н. 2010. Оценка микробного риска для установления зависимости между качеством воды и заболеваемостью населения кишечными инфекциями. *Гигиена и санитария*, (3): 28–31.

Zagaynova A.V., Rakhmanin Yu.A., Talaeva Yu.G., Ivanov S.I., Artemova T.Z., Nedachin A.E., Gipp E.K., Butorina N.N. 2010. Assessment of microbial risk to establish the relationship between water quality and the morbidity of the population of intestinal infections. *Hygiene and Sanitation*, (3): 28–31. (in Russian)

11. Курдов А.Г. 1995. Водные ресурсы Воронежской области: формирование, антропогенное воздействие, охрана и расчеты. Воронеж, Изд-во Воронежского университета, 224.

Kurdov A.G. 1995. Vodnye resursy Voronezhskoy oblasti: formirovanie, antropogennoe vozdeystvie, okhrana i raschety [Water resources of Voronezh area: formation, anthropogenic impact, protection and calculations]. Voronezh, Izd-vo Voronezhskogo universiteta, 224. (in Russian)

12. Нечаева И.А., Акатова Е.В. 2014. Оценка микробного состояния рек Тульской области. *Известия Тульского государственного университета. Естественные науки*, (2): 270–281.

Nechaeva I.A., Akatova E.V. 2014. Evaluation of the microbial status of the Tula area rivers. *News of the Tula State University. Natural Sciences*, (2): 270–281. (in Russian)

13. Савилов Е.Д., Мамонтова Л.М., Анганова Е.В., Астафьев В.А. 2008. Условно-патогенные микроорганизмы в водных экосистемах Восточной Сибири и их роль в оценке качества вод. *Бюллетень СО РАМН*, 129 (1): 47–51.

Savilov E.D., Mamontova L.M., Anganova E.V., Astafev V.A. 2008. Opportunistic pathogens in aquatic ecosystems of East Siberia and their role in assessing water quality. *Bulletin SB RAMS*, 129 (1): 47–51. (in Russian)

14. Сейдалиев Г.С., Ступин В.И. 2003. Геоэкологические аспекты оценки состояния антропогенных водных ресурсов Воронежской области. Воронеж, Издательство им. Е.А. Болховитинова, 160.

Seydaliev G.S., Stupin V.I. 2003. Geoekologicheskie aspekty otsenki sostoyaniya antropogennykh vodnykh resursov Voronezhskoy oblasti [Geoecological aspects of the assessment of anthropogenic water resources of the Voronezh region]. Voronezh, Izd-vo im. E.A. Bolkhovitinova, 160. (in Russian)

15. Циммерман А.Я. 2013. Эубиоз и дисбиоз желудочно-кишечного тракта: мифы и реалии. *Клиническая медицина*, (1): 4–11.

Tsimmerman A.Ya. 2013. Eubioz and dysbiosis of digestive tract: myths and realities. *Clinical medicine*, (1): 4–11. (in Russian)

16. Fischetti V.A., Novick R.P., Ferretti J.J., Portnoy D.A., Rood J.I. 2000. Gram-Positive Pathogens. ASM Press, Washington DC: 59–73.

17. Hill M.G. 1983. Microbial metabolism in the digestive tract. New York, Academ Press, 198.

18. Gilmore M.S. et al. 2002. The Enterococci: Pathogenesis, Molecular Biology, and Antibiotic Resistance. Washington, D.C., ASM Press, 136.